

## ウコンサプリメントの多元素放射化分析

### —肝障害に及ぼすミネラルの影響—

大森 佐與子\*・地下 佳\*

#### 要 約

ウコンの薬理効果は、免疫機能維持や発がん物質を無毒化する酵素の活性化であり、有機成分および無機成分の両者が考えられる。有機成分のクルクミンに関する報告が大半であり、無機成分に関する報告は皆無である。

今回、ウコンのサプリメント摂取により肝障害を生じた例について、原因物質として鉄の関与が考えられたため、ウコンの多元素放射化分析を行った。検出された元素は、アルミニウム、臭素、カルシウム、コバルト、クロム、銅、鉄、ヨウ素、マグネシウム、マンガン、ルビジウム、硫黄、アンチモン、スカンジウム、セレンウム、バナジウム、亜鉛の18種であった。複数検体に鉄濃度の異常な高値が認められたことから、ウコンサプリメントの摂取による肝障害の可能性が示唆された。また、免疫機能を高める亜鉛も添加されているようであった。

#### はじめに

ウコン<sup>1,2)</sup>は東南アジアを中心に世界中の熱帯亜熱帯地域で栽培されるショウガ科の植物で姜黄(ウコン)、春ウコンおよびガシュツの塊根である。根茎を主として食用、薬用や天然染料など、広く用いられている。食用としては、東南アジア系料理の香辛料として重要であり、日本でも消費の多いカレーには欠かせない香辛料である。また、健康維持・増進のためにも用いられており、沖縄では、ウッケンと呼ばれる根茎を煎じたお茶を飲む習慣がある。健康食品(サプリメント)として市販されているウコン<sup>3)</sup>は、二日酔いの緩和、胃痛、胸焼け、肝臓病およびがん予防に効果

があるとして注目されている。

ウコンの主成分であるクルクミンには優れた薬効が報告されている<sup>1,3,5,6)</sup>。実験レベルでは、発がん物質並びに変異原物質等の活性を抑制する。また、ガン細胞の分化誘導、ガン血管新生阻害、ガン増殖因子の受容体抑制や合成阻害、ガン細胞アポトーシス誘導を示す。さらに抗酸化作用および抗炎症作用を持つなどである。

薬理効果のあるものは毒にもなると言われるように、クルクミンの安全性が問題である。実験動物による30～90日間投与、また420日間投与において、動物の成長、血液学的検査、死亡率、腫瘍の発生あるいは生殖系などを含む観察に異常は認められず、生殖試験においても妊娠率、卵子の生

\*大妻女子大学 社会情報学部

着率、子体数など異常は認められなかった。ヒトに36-180mgのクルクミンを含むカプセルを大腸ガン再発患者に4カ月間あるいは8000mg毎日3カ月間経口投与させても副作用は認められていない<sup>3)</sup>。

このようにクルクミンは、ガン予防に効果が期待され、安全性の高い機能性食品としてウコンは広く利用されてきた。最近、ウコンを含むサプリメントを摂取して肝機能に異常が認められたとの報告が有り相談依頼を受けた。肝機能の異常原因の1つに過剰摂取した鉄の肝臓における蓄積性が問題となると考えられる。また体内ではガン細胞は常に出現するが、身体の免疫機構を含む防御機能により排除されると考えられ、クルクミンはガン細胞がごく少数の場合、より威力を発揮することや発ガン物質を無毒化する酵素があり、その活性化に亜鉛など微量元素が不可欠であると考えられる。しかしウコン中の微量元素の含有量と効能に関する報告はほとんど見られない。

そこで疾患と含有元素の関連を調べるため、各地域より採集された商品ウコンおよび自家栽培ウコンの鉄のみならず多元素の非破壊放射化分析を行う。本法とそれ以外の分析方法による鉄含有量を比較検討し、測定値の信頼性を確認する。

## 実験方法

試料：商品ウコンの錠剤、自家製栽培ウコンの粉末など23種を分析対象試料とした。短寿命核種用に0.02~0.03g、長寿命核種用に0.03~0.04gを秤量し、硝酸洗浄済みポリエチレン袋に封入し照射試料とした。試料の形状を表1に示した。

標準試料および標準物質：分析対象とする元素の標準試料一定量を採取し、各々適時希釈し、グループ毎に混合した。これら混合液の100ulをマイクロピペットで採取し、各々濾紙片(硝酸洗浄済み)に滴下し、風乾後、硝酸洗浄済みポリエチレン袋に封入し標準試料として作製した。短寿命核種用 S-1; Al: 2, Ca: 100, Cu: 5, Mg: 20, Mn: 0.5, V: 0.5, S: 1000, S-2; Br: 2, Cl: 20, I: 1 長寿命核種用 L-2; Ag:

表1 試料の産地及び形状

| 試料番号 | 産地     | 形態 |
|------|--------|----|
| 1    | 商品O    | 錠剤 |
| 2    | 自家(秋)  | 粉末 |
| 3    | 自家(秋)  | 粉末 |
| 4    | 商品O(秋) | 錠剤 |
| 5    | 自家(秋)  | 粉末 |
| 6    | 商品     | 粉末 |
| 7    | 自家(秋)  | 粉末 |
| 8    | 自家(秋)  | 粉末 |
| 9    | 自家(秋)  | 粉末 |
| 10   | 自家(秋)  | 粉末 |
| 11   | 自家(秋)  | 粉末 |
| 12   | 商品     | 粉末 |
| 13   | 自家(不明) | 粉末 |
| 14   | 商品     | 粉末 |
| 15   | 商品(春)  | 粉末 |
| 16   | 自家(秋)  | 粉末 |
| 18   | 商品     | 錠剤 |
| 19   | 商品O    | 錠剤 |
| 20   | 自家(秋)  | 粉末 |
| 21   | 商品(春)  | 粉末 |
| 22   | 自家(秋)  | 粉末 |
| 23   | 商品     | 粉末 |
| 0    | 参考     | 粉末 |

10, Co: 2, Cr: 10, Zn: 20, L-3; Fe: 100, Sb: 2, Sc: 1, Se: 2 L-4; Rb: 5 (単位はug)、さらに保証値のある標準物質(NBSのOrchard Leaves、NIESのHuman Hair)を短寿命核種用に0.01g、長寿命核種用に0.03gを秤量し、硝酸洗浄済みポリエチレン袋に封入し照射試料とした。同時に標準試料及び標準物質の照射・計測を行い、作製した標準試料の信憑性を確認した。

照射および計測：SeoulのHANARO ( $f=1.6 \times 10^{14}$ および $3.9 \times 10^{14} \text{ n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ )にて1分間および20分間照射を行い、適時冷却後、Ge半導体検出器付属4096チャンネル波高分析器によるγ線スペクトロメトリーを行った。

## 結果および考察

### 1) γ線スペクトル

当照射条件および計測条件により定量された

元素は、短寿命核種は Al、Br、Ca、Cl、Cu、I、Mg、Mn、V および S、長寿命核種は Co、Cr、Fe、Rb、Sb、Sc、Se および Zn の 18 種であった。これらの  $\gamma$  線スペクトルを図 1、2 に、測定核種の特性を表 2、3 に示した。

2) 分析結果

ウコンに含有される元素濃度分析結果を表 4-1、4-2 に示した。表 5 に今回の 23 種の平均値、標準偏差、最大値および最小値を示すとともに過去に行った結果をも示した。表 4-1、4-2 より、検出された元素濃度が、1 ppm 未満であった元素は Co、Cr、I、Sb、Se および V であり、1~10ppm 範囲の元素は Br、Cu、10~100ppm は、Mn、Rb、Zn、Fe、Al、であるが、Zn の異常高値が 1 件あった。100~1000ppm は、Fe、S、Ca、1000ppm 以

上は、Cl、Mg および S であった。ウコンに含有される元素濃度は、植物中に含有される元素濃度に多くは近似していた<sup>7)</sup>。しかし Fe は 10-1000ppm の 2 桁の範囲で分布していた。Fe 濃度は、文献<sup>7)</sup>によると植物の種類により含有量は若干異なるが、全植物試料を通して最高濃度は 280ppm であったにもかかわらず高値であった。ウコンの黄色は三酸化鉄 (Fe<sup>3+</sup>) の色であり、色の濃淡は含有される濃度に左右され、また産地により濃度に差異はあると考えられるが、Fe 濃度の分布範囲は 3 桁にも及び極めて大きかった。また Ca は若干低値の傾向にあった。Ca は葉や茎に多く含まれており、ウコンは根塊であることによる差異と考えられる。Cl、S の高値傾向<sup>8)</sup>は Cl は肥料に用いられる塩化アンモニウムや塩化カリウムによると考えられる。S も Cl と同様化学肥料である硫酸

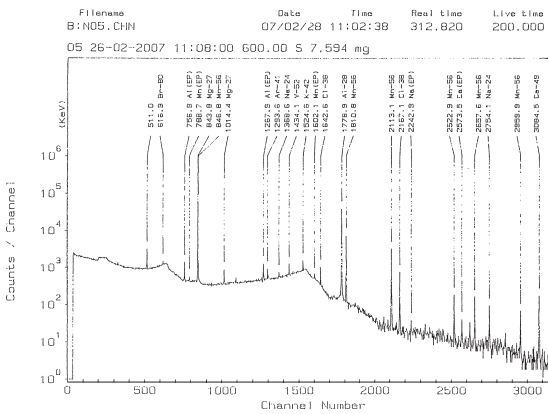


図 1 短寿命核種  $\gamma$  線スペクトル

表 2 核種の特性 短寿命核種

| Procedure  | Element | Nuclide          | Half life [min] | Photo peak energy [Kev] |
|--|---------|------------------|-----------------|-------------------------|
| 1min irradi. 2-3min cooling<br>200sec, counting<br>[4096ch. PHA, 1 Kev/ch] | I       | <sup>128</sup> I | 25              | 442.9                   |
|  | Br      | <sup>80</sup> Br | 17.6            | 616.2, 665.6            |
|  | Mg      | <sup>27</sup> Mg | 9.45            | 843.8, 665.6            |
|  | Mn      | <sup>56</sup> Mn | 154.8           | 846.6, 1811.2           |
|  | Cu      | <sup>66</sup> Cu | 5.1             | 1039                    |
|  | V       | <sup>52</sup> V  | 3.76            | 1434.2                  |
|  | Cl      | <sup>38</sup> Cl | 37.29           | 1642.7, 2167.8          |
|  | Al      | <sup>28</sup> Al | 2.31            | 1778.9                  |
|  | Ca      | <sup>47</sup> Ca | 8.8             | 3084.4                  |
|  | S       | <sup>37</sup> S  | 5               | 3102.4                  |

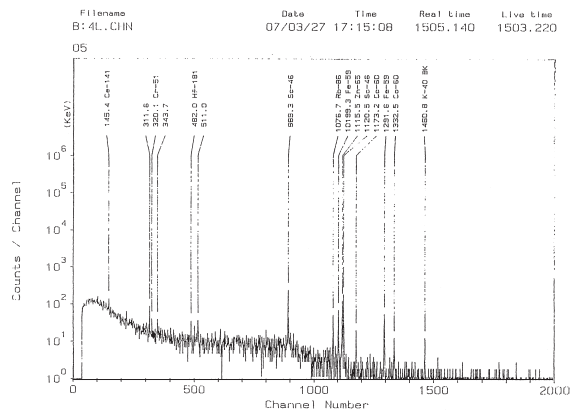


図 2 長寿命核種  $\gamma$  線スペクトル

表 3 核種の特性 長寿命核種

| Procedure   | Element          | Nuclide           | Half life [day] | Photo peak energy [Kev] |
|---|------------------|-------------------|-----------------|-------------------------|
| 1hr irradi. 30day cooling<br>3000sec, counting<br>[4096ch. PHA, 1 Kev/ch] | Se               | <sup>75</sup> Se  | 121             | 264.6                   |
|   | Sb               | <sup>124</sup> Sb | 60.2            | 1691                    |
|   | Sc               | <sup>46</sup> Sc  | 83.8            | 889.4, 1120.3           |
|   | Cr               | <sup>51</sup> Cr  | 27.8            | 320                     |
|   | Fe               | <sup>59</sup> Fe  | 45.1            | 1099, 1292              |
|   | Zn               | <sup>65</sup> Zn  | 245             | 1115.5                  |
| Co  | <sup>60</sup> Co | 1913              | 1172, 1333      |                         |
| Rb  | <sup>86</sup> Rb | 18.8              | 1076.8          |                         |

表4-1 ウコン中元素濃度 (ppm)

| 試料番号<br>元素名 | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7     | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
|-------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| Al          | 85   | 73   | 25   | 280  | 46   | 40   | 30    | 130  | 42   | 68   | 190  | 44   |
| Br          | 12.6 | 3.40 | —    | 5.2  | —    | 4.7  | 2.42  | 2.08 | 0.09 | 1.17 | 1.86 | 11.3 |
| Ca          | 850  | 700  | 770  | 660  | 680  | 520  | 520   | 610  | 670  | 660  | 750  | 340  |
| Cl          | 1330 | 1550 | 680  | 180  | 1120 | 1000 | 1750  | 1340 | 1980 | 660  | 1150 | 1130 |
| Co          | 0.20 | 0.39 | 0.14 | 0.28 | 0.05 | 0.20 | 0.18  | 0.17 | 0.06 | 0.20 | 0.37 | 0.16 |
| Cr          | 0.84 | 0.06 | 3.45 | 1.12 | 1.44 | 0.30 | 1.66  | 0.54 | 1.59 | 0.63 | 3.00 | 1.21 |
| Cu          | 1.25 | 7.40 | 6.21 | 2.05 | 0.68 | 4.20 | 2.92  | 7.00 | 4.99 | 7.59 | 9.11 | 0.44 |
| Fe          | 120  | 100  | 20   | 710  | 50   | 140  | 30    | 100  | 40   | 40   | 910  | 40   |
| I           | 2.00 | 0.99 | 0.29 | 0.60 | 0.86 | 0.31 | 0.22  | 0.26 | 0.20 | 12.3 | 0.45 | 0.41 |
| Mg          | 1060 | 1790 | 1500 | 600  | 1810 | 1490 | 1150  | 1660 | 2420 | 1850 | 2050 | 670  |
| Mn          | 12.4 | 96   | 390  | 47.8 | 38   | —    | —     | 14   | 9    | —    | —    | 20.0 |
| Rb          | 2    | 11   | 3    | 32   | 18   | 13   | 11    | 12   | 11   | 6    | 22   | 1.5  |
| S           | 2500 | 840  | 940  | 620  | 1440 | 650  | 330   | 850  | —    | 680  | 530  | 300  |
| Sb          | 0.03 | 0.15 | 0.04 | 0.31 | 0.08 | 0.02 | 0.003 | 0.05 | —    | —    | 0.06 | 0.02 |
| Sc          | 0.15 | 0.24 | 0.01 | 0.91 | 0.08 | 0.11 | 0.05  | 0.30 | 0.07 | 0.04 | 1.37 | 0.06 |
| Se          | 0.57 | 0.64 | 0.18 | 0.11 | 0.23 | 0.24 | 0.05  | 0.35 | 0.15 | 0.22 | 0.19 | 0.08 |
| V           | 0.33 | 0.26 | 0.03 | 0.35 | 0.16 | 0.21 | 0.11  | 0.48 | 0.03 | 0.10 | 1.80 | 0.21 |
| Zn          | 10   | 65   | 59   | 15   | 66   | 13   | —     | 15   | 12   | 61   | 61   | —    |

表4-2 ウコン中元素濃度 (ppm)

| 試料番号<br>元素名 | 13   | 14   | 15   | 16   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 0    |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Al          | 65   | 11   | 200  | 34   | 17   | 16   | 23   | 150  | 16   | 440  | 18   |
| Br          | 7.10 | 2.92 | 26.1 | 6.89 | 0.20 | 3.6  | 2.54 | 8.76 | 3.96 | 5.91 | 6.06 |
| Ca          | 690  | 940  | 1000 | 790  | 30   | 330  | 640  | 1570 | —    | 940  | 680  |
| Cl          | 1590 | 650  | 2810 | 1670 | 10   | 2960 | 1910 | 2020 | 10   | 1050 | 1720 |
| Co          | 0.44 | 0.52 | 0.24 | 0.17 | 0.53 | 0.14 | 0.33 | 0.26 | 0.30 | 1.05 | 0.10 |
| Cr          | 2.87 | 2.29 | 5.40 | 0.22 | 2.92 | 3.01 | 0.69 | 0.55 | 1.86 | 3.32 | 0.88 |
| Cu          | 3.31 | 5.57 | 2.28 | 6.05 | 0.17 | 2.87 | 7.34 | 0.83 | —    | 1.83 | 5.21 |
| Fe          | 270  | 290  | 160  | 50   | 910  | 20   | 30   | 200  | 340  | 1160 | 70   |
| I           | 0.57 | 0.53 | 0.14 | 0.41 | 0.02 | 0.57 | 0.42 | 1.58 | 0.25 | —    | 0.39 |
| Mg          | 1940 | 1770 | 1970 | 1890 | 30   | 520  | 1690 | 1720 | —    | 2070 | 2140 |
| Mn          | —    | —    | —    | —    | —    | 13.2 | —    | —    | —    | —    | 11.7 |
| Rb          | 19   | 34   | 7    | 9    | 42   | 11   | 10   | 6    | 11   | 41   | 10   |
| S           | 860  | 500  | —    | 700  | 10   | 1050 | 1690 | 1330 | 490  | 3680 | 1050 |
| Sb          | 0.05 | 0.04 | 0.08 | 0.12 | 0.41 | 0.34 | 0.05 | 0.06 | 0.02 | —    | 0.25 |
| Sc          | 0.25 | 0.02 | 0.21 | 0.08 | 1.39 | 0.23 | 0.02 | 0.17 | 0.62 | 1.12 | 0.03 |
| Se          | —    | 0.70 | 0.66 | 0.76 | 0.75 | 7.32 | —    | —    | 0.15 | —    | 1.05 |
| V           | 0.31 | 0.05 | 0.73 | 0.41 | 0.02 | 0.03 | 0.15 | 0.23 | —    | 2.04 | 0.08 |
| Zn          | 17   | 41   | —    | 42   | 55   | 5550 | 11   | 31   | 40   | 35   | —    |

表5 今回の分析結果と過去に分析したウコン中の含有元素濃度の比較

|    | This work |      |       |      | H11 <sup>(1)</sup> | H14 <sup>(2)</sup> |
|----|-----------|------|-------|------|--------------------|--------------------|
|    | AM        | ASD  | MIN   | MAX  |                    |                    |
| Al | 88        | 104  | 11    | 440  | 89.7               | 30.9               |
| Br | 5.66      | 5.75 | 0.09  | 26.1 | 15.8               | 21.1               |
| Ca | 700       | 290  | 30    | 1570 | 1750               | 231                |
| Cl | 1310      | 770  | 10    | 2960 | 2028               | 480                |
| Co | 0.28      | 0.21 | 0.05  | 1.05 | 0.272              | 0.085              |
| Cr | 1.73      | 1.34 | 0.06  | 5.4  | 1.22               | 0.335              |
| Cu | 4.06      | 2.72 | 0.17  | 9.11 | 12.9               | 4.97               |
| Fe | 250       | 330  | 20    | 1160 | 293                | 46.6               |
| I  | 1.08      | 2.55 | 0.02  | 12.3 | —                  | 0.094              |
| K  |           |      |       |      | 12500              | 14500              |
| Mg | 1540      | 610  | 30    | 2420 | 1680               | 1270               |
| Mn | 65.2      |      | 9.13  | 390  | 30.5               | 92.1               |
| Rb | 15        | 12   | 1.5   | 42   | 7.8                | —                  |
| S  | 1000      | 820  | 10    | 3680 | —                  | 575                |
| Sb | 0.1       | 0.12 | 0.003 | 0.41 | —                  | —                  |
| Sc | 0.33      | 0.44 | 0.01  | 1.39 | 0.54               | 0.013              |
| Se | 0.76      | 1.62 | 0.02  | 7.32 | 0.237              | 0.382              |
| V  | 0.37      | 0.53 | 0.05  | 2.04 | 1.69               | 0.0554             |
| Zn | 36.1      |      | 10    | 5550 | 10.6               | 13.6               |

units ; ppm

表6 商品のウコン中の含有元素濃度 (ppm)

| 元素名 | 試料番号 |      |      |      |      |       |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
|     | 1    | 4    | 6    | 12   | 14   | 15    | 18   | 19   | 21   | 23   |
| Al  | 85   | 280  | 40   | 44   | 11   | 200   | 17   | 16   | 150  | 440  |
| Br  | 12.6 | 5.2  | 4.7  | 11.3 | 2.92 | 26.14 | 0.20 | 3.6  | 8.76 | 5.91 |
| Ca  | 850  | 660  | 520  | 340  | 940  | 1000  | 30   | 330  | 1570 | 940  |
| Cl  | 1330 | 180  | 1000 | 1130 | 650  | 2810  | 10   | 2960 | 2020 | 1050 |
| Co  | 0.20 | 0.28 | 0.20 | 0.16 | 0.52 | 0.24  | 0.53 | 0.14 | 0.26 | 1.05 |
| Cr  | 0.84 | 1.12 | 0.30 | 1.21 | 2.29 | 5.40  | 2.92 | 3.01 | 0.55 | 3.32 |
| Cu  | 1.25 | 2.05 | 4.20 | 0.44 | 5.57 | 2.28  | 0.17 | 2.87 | 0.83 | 1.83 |
| Fe  | 120  | 710  | 140  | 40   | 290  | 160   | 910  | 20   | 200  | 1160 |
| I   | 2.00 | 0.60 | 0.31 | 0.41 | 0.53 | 0.14  | 0.02 | 0.57 | 1.58 | —    |
| Mg  | 1060 | 600  | 1490 | 670  | 1770 | 1970  | 30   | 520  | 1720 | 2070 |
| Mn  | 12.4 | 47.8 | —    | 20.0 | —    | —     | —    | 13.2 | —    | —    |
| Rb  | 2    | 32   | 13   | 1.5  | 34   | 7     | 42   | 11   | 6    | 41   |
| S   | 2500 | 620  | 650  | 300  | 500  | —     | 10   | 1050 | 1330 | 3680 |
| Sb  | 0.03 | 0.31 | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.08  | 0.41 | 0.34 | 0.06 | —    |
| Sc  | 0.15 | 0.91 | 0.11 | 0.06 | 0.02 | 0.21  | 1.39 | 0.23 | 0.17 | 1.12 |
| Se  | 0.57 | 0.11 | 0.24 | 0.08 | 0.70 | 0.66  | 0.75 | 7.32 | —    | —    |
| V   | 0.33 | 0.35 | 0.21 | 0.21 | 0.05 | 0.73  | 0.02 | 0.03 | 0.23 | 2.04 |
| Zn  | 10   | 15   | 13   | —    | 41   | —     | 55   | 5550 | 31   | 35   |

表7 自家栽培ウコン中の含有元素濃度 (ppm)

| 試料番号<br>元素名 | 2    | 3    | 5    | 7     | 8    | 9    | 10   | 11   | 13   | 16   | 20   | 22   |
|-------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Al          | 73   | 25   | 46   | 30    | 130  | 42   | 68   | 190  | 65   | 34   | 23   | 16   |
| Br          | 3.40 | —    | —    | 2.42  | 2.08 | 0.09 | 1.17 | 1.86 | 7.10 | 6.89 | 2.54 | 3.96 |
| Ca          | 700  | 770  | 680  | 520   | 610  | 670  | 660  | 750  | 690  | 790  | 640  | —    |
| Cl          | 1550 | 680  | 1120 | 1750  | 1340 | 1980 | 660  | 1150 | 1590 | 1670 | 1910 | 10   |
| Co          | 0.39 | 0.14 | 0.05 | 0.18  | 0.17 | 0.06 | 0.20 | 0.37 | 0.44 | 0.17 | 0.33 | 0.30 |
| Cr          | 0.06 | 3.45 | 1.44 | 1.66  | 0.54 | 1.59 | 0.63 | 3.00 | 2.87 | 0.22 | 0.69 | 1.86 |
| Cu          | 7.40 | 6.21 | 0.68 | 2.92  | 7.00 | 4.99 | 7.59 | 9.11 | 3.31 | 6.05 | 7.34 | —    |
| Fe          | 100  | 20   | 50   | 30    | 100  | 40   | 40   | 910  | 270  | 50   | 30   | 340  |
| I           | 0.99 | 0.29 | 0.86 | 0.22  | 0.26 | 0.20 | 12.3 | 0.45 | 0.57 | 0.41 | 0.42 | 0.25 |
| Mg          | 1790 | 1500 | 1810 | 1150  | 1660 | 2420 | 1850 | 2050 | 1940 | 1890 | 1690 | —    |
| Mn          | 96   | 390  | 38   | —     | 14   | 9    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| Rb          | 11   | 3    | 18   | 11    | 12   | 11   | 6    | 22   | 19   | 9    | 10   | 11   |
| S           | 840  | 940  | 1440 | 330   | 850  | —    | 680  | 530  | 860  | 700  | 1690 | 490  |
| Sb          | 0.15 | 0.04 | 0.08 | 0.003 | 0.05 | —    | —    | 0.06 | 0.05 | 0.12 | 0.05 | 0.02 |
| Sc          | 0.24 | 0.01 | 0.08 | 0.05  | 0.30 | 0.07 | 0.04 | 1.37 | 0.25 | 0.08 | 0.02 | 0.62 |
| Se          | 0.64 | 0.18 | 0.23 | 0.05  | 0.35 | 0.15 | 0.22 | 0.19 | —    | 0.76 | —    | 0.15 |
| V           | 0.26 | 0.03 | 0.16 | 0.11  | 0.48 | 0.03 | 0.10 | 1.80 | 0.31 | 0.41 | 0.15 | —    |
| Zn          | 65   | 59   | 66   | —     | 15   | 12   | 61   | 61   | 17   | 42   | 11   | 40   |

アンモニウムや硫酸カリ肥料に含有されていることにより高値になっていると考えられる。土壌起源の可能性を調べるため、産地別に含有元素濃度の差異を検討したが、錠剤、春ウコン、秋ウコンがあり、土壌を特定するに至らなかった。

### 3) 商品ウコンと自家栽培ウコンの比較

商品ウコンの含有元素濃度に添加の可能性などの特徴が見られるか否か検討するため、自家栽培ウコンの含有元素濃度と比較した。表6に商品ウコン、表7に自家栽培ウコンの含有元素濃度を示し比較検討を行った。FeとZn濃度を除き、両者に有意な差異は認められなかった。Fe濃度は4検体(No4、11、18、23)を除いて全試料は21~344ppmに分布していた。以前行った結果(表5)においてもFe濃度は46.6ppm、293ppmであった。異常高値であった4検体のFe濃度は、710ppm、910ppm、910

ppm、1160ppmであった。これらのうち3検体は商品ウコンであった。また、Zn濃度は1検体(No19)を除き、すべて11~66ppmの範囲に分布していた。以前行った結果は13.6ppmおよび10.6ppmであった。その1検体のZn濃度は5550ppmであり、商品ウコンであった。これは異常な高値であり添加されていたと考えられる。これらのことから、一部の商品ウコンにはFeおよびZnが添加されている可能性が示唆された。健康維持のウコン摂取は今回の添加されているであろう量を試算すると平均1回に茶さじ1~2杯、1日に3回摂取すると15~30mg/日となり、体調の良くない人ほど沢山摂取している可能性があると思われる。Feの所要量は8~10mg/日であり、毎日2倍以上摂取し続けていることになり、肝臓への負担は大きくなる事が考えられる。Feの生物学的半減期は800日<sup>9)</sup>と長いので、肝機能に異常をもたらしたのではないかと考えられるが、さらに

検討する予定である。安全性の高い機能性食品と言われているにもかかわらず肝障害が現れたことから、一部のサプリメントの摂取量が問題となる。ウコンの有機成分であるクルクミンの効能はカプサイシン中和作用、タバコの発ガン作用の予防、大腸がん発生抑制、ベンツピレン、DMBA塗布による皮膚がんを抑制するなどから、発がん物質の代謝活性化酵素 P450 値を減少させ、発がん物質を無毒化する酵素の活性化を促すことやがん細胞の出現が体の免疫機構を含む防御機能により排除される。そして副作用も少ないことが動物実験から明らかにされている。したがって、副作用が少ないので多量摂取する可能性は無視できない。そこで商品ウコンによる Fe および Zn 多量添加されているものを摂取することもあり得るであろう。効果をより高めるためには、無機成分である必須ミネラルの特に Zn の摂取が不可欠であるが、天然に存在しているその植物が持っているミネラルの摂取量でバランスが整い十分であると考えられる。著者は生体ミネラルバランスの整っていることが、健康を維持することであることを明らかにした<sup>13)</sup>。一日に30品目摂取することを厚生労働省は奨励している。すなわち多種類のミネラルをバランスよく摂取することを言っていることに他ならない。ミネラルは元素により生物学的半減期が異なるとともに1日の所要量が決められている。体内ではつくられず食物からしか摂取できないミネラルは、食事内容により偏り、生体ミネラルバランスに偏りを生じ健康を損なうため、サプリメントで補うことも健康を維持する上で大切であると考えられる。ウコンはその有機成分と無機成分の両者兼ね備えたサプリメントであると考えられる。しかし近年ミネラルの必要性が報道され、異常に添加され効果を挙げようとするサプリメントもある。その元素濃度の極端に高いサプリメントの摂取がこの事例に当てはまるとおもわれるので、摂取量をわきまえ、摂取の際注意する必要があると考えられる。

ウコンに含有される鉄の濃度は、本法と小島

らの原子吸光法による結果と比較検討し、測定値に良好な正相関性 ( $\gamma=0.94$ ) が認められ、鉄高値は明らかとなった<sup>4)</sup>。

## 結語

非破壊放射化分析法によりウコン中に Al、Br、Cl、Co、Cr、Cu、Fe、I、Mg、Mn、Rb、S、Sb、Sc、Se、V および Zn の18元素を定量した。放射化分析法と原子吸光法による Fe 濃度の比較を行い、測定値の一致が認められた。商品ウコンは10検体中4件に Fe (3件) と Zn (1件) に異常高値が認められ、自家栽培ウコンは12検体中1件に Fe の異常高値が認められた。このことから一部のウコンには鉄が添加されている可能性が示唆された。したがって肝障害の原因物質には高濃度に添加された鉄の関与が考えられる。

## 参考文献

- 1) 上海科学技術出版社編 中薬大辞典 小学館 (1985) 1057
- 2) アンドリュウ・シュヴァリエ：世界薬用植物百科事典 誠文堂 2000
- 3) 小宮山寛機 予防のスパイス・クルクミン 応用薬理 72 179 (2007)
- 4) 古泉秀夫；分かるサプリメント健康食品 Q & A じほう 2003
- 5) 斎木保久 薬用植物学 広川書店 1976
- 6) 高木啓次郎他 和漢薬物学 南山堂 1982
- 7) 浅見輝男、茅野充男訳 環境無機化学—元素の循環と生化学— 博友社 1983
- 8) 松中照夫 土壌学の基礎 農文協 2003
- 9) 山根 登 微量元素 産業図書 1977
- 10) 木村 優 微量元素の世界 裳華房 1990
- 11) 那須野裕子 H11年度卒業研究論文「ハーブ・生薬の薬効と微量元素に関する研究」1999
- 12) 窪庭綾香 H14年度卒業研究論文「薬効生薬の多元素放射化分析」2002
- 13) S. OHMORI, T. KOBAYASHI ; CATCHING

CONDITIONS OF A DISEASE WITH NONDESTRUCTIVE ACTIVATION ANALYSIS OF HAIR, J. Radioanalytical Nuclear Chem., Articles, 133, 271–278 (1989)

- 14) 大森佐與子、小島尚 (in press)

### 謝辞

本研究遂行に際しまして、ご指導、ご支援を頂きました韓国原子力研究所 Jong-Hwa Moon、Yong-Sam Chung および京都大学原子炉実験所原子力基礎工学部門高宮幸一博士に感謝致します。また、終始ご指導、ご協力をいただいた京都大学原子炉実験所研究員中野幸広氏に深謝致します。なお、試料の提供頂いた神奈川県衛生研究所小島尚博士にお礼申し上げます。

---



## **Multielemental Neutron Activation Analysis of Curcuma —A Study on the Effect of Minerals on Liver Damage—**

SAYOKO OHMORI, KEI JIGE

*School of Social Information Studies, Otsuma Women's University*

### **Abstract**

It is known that pharmacological effects of Curcuma raise its immunity and activate enzyme for breaking substance that have grown cancer. Accordingly it is thought that both organic component and inorganic component exert a wide influence. There are reports of curcumin of organic component, but there is little report of inorganic component.

This time, liver damage was found by curcumas. As it is thought that the factor is iron, multielemental neutron activation analysis of Curcumas was carried out. Detected Elements were Al, Br, Ca, Cl, Co, Cr, Cu, Fe, I, Mg, Mn, Rb, S, Sb, Sc, Se, V and Zn. Higher Fe concentrations were found from curcumas. It is suggested that higher Fe concentration bred liver damage. And Zn of raising the immunity was added too.

### **Key Words** (キーワード)

Trace element (微量元素), Liver damage (肝障害), Curcuma Longa L.(ウコン), Supplement (健康食品), Neutron activation analysis (放射化分析), Zinc (亜鉛), Iron (鉄), Curcuma supplement (ウコンのサプリメント)